

DESARROLLO DE HABILIDADES DESDE LA MEDICIÓN DE LA CONFIABILIDAD HUMANA

Eduardo Trujillo Hernández
eduardotrujillohernandez@gmail.com / edotrujillo@une.net.co
Medellín – Colombia

Contenido

Introducción	1
Confiabilidad humana.....	1
Criterios de valoración.....	2
Generales.....	3
Métricas de desempeño y resultado	4
Procedimiento de definición de criterios.....	6
Valoración de un grupo de trabajo.....	6
Conclusiones, recomendaciones y respuestas pendientes	8
Bibliografía	9

Introducción

La confiabilidad es un concepto que cada vez cobra más fuerza en el campo empresarial, ya que se relaciona directamente con la seguridad de los procesos, la sostenibilidad, el desarrollo de competencias de las personas, entre otros. Conceptos que se conectan directa y estrechamente con la gestión de activos.

La gestión de activos más eficiente pasa inevitablemente por un buen desempeño de las personas que intervienen en éstos [1]¹, de forma que si éstas además de estar motivadas son confiables en sus labores los procesos estarán dentro de los parámetros definidos y los productos o servicios cumplirán su promesa de valor a los clientes.

En el presente documento se abordan los aspectos básicos para la medición y desarrollo de confiabilidad humana en un grupo de operadores y técnicos asociados a un activo y, como a partir de esta medición pueden salir planes y programas para ajustar tanto las condiciones del activo y su entorno cercano, como programas de desarrollo de competencias de las personas en todos los niveles de intervención.

Conceptos clave: Confiabilidad humana, Indicadores de gestión, Gestión de activos, Gestión de cambio, Liderazgo.

Confiabilidad humana

*“La calidad no es cosa pequeña, pero si está formada por muchas cosas pequeñas”
Leonardo da Vinci (atribuida a)*

Así como los activos productivos deben ser confiables, es decir, operar según los parámetros y especificaciones para el material/producto procesado en el momento que deben estar operando, las personas, el gran factor diferenciador de las empresas, deben ser realmente fiables en sus labores, y por ello es necesario identificar los puntos que interfieren en esta fiabilidad.

La confiabilidad humana se definiría entonces como la seguridad o garantía que las personas saben y hacen bien sus labores, sin incurrir en errores que conlleven daños a ellas mismas y/o a los activos, es decir esta confiabilidad incluye desde actuar preventivamente hasta, en caso de

¹ Como dato interesante en relación con este tema, la primera edición fue publicada por la Organización Internacional del Trabajo (OIT) en 1957.

presentarse alguna desviación o problema, éste se diagnostique correctamente para corregir de igual manera y con oportunidad [2]. Los errores o fallas ocasionan pérdidas más allá de las directamente relacionadas con los aspectos financieros, porque el tiempo perdido, las afectaciones a la naturaleza, los daños físicos y mentales de las personas, la disminución de productividad, los recursos destinados a analizar estas fallas, entre otras, cuyos impactos son completamente desconocidos al momento de presentarse, pueden justificar invertir recursos con anticipación en un marco de trabajo controlado, racionalizado, para actuar preventivamente midiendo la confiabilidad de las personas.

Es fundamental ambientar el proceso debido a los inevitables sentimientos de amenaza al puesto de trabajo como suele suceder con los programas de medición del desempeño (o evaluación del trabajo como se conocía anteriormente a la medición de métodos y tiempos), por lo tanto unas buenas relaciones interpersonales en todos los niveles jerárquicos de la organización son fundamentales [1], y una de las mejores maneras es iniciar haciendo mediciones al activo y como el grupo de trabajo aporta a su buen desempeño, incluyendo la primer medición que debe hacerse, es decir la gestión del jefe, porque si las personas ven que quien primero está con este programa es su jefe se aviene con mejor disposición a este nuevo método. Es verdad de a puño que el liderazgo con sentido y desde el ejemplo es primordial, ya que “cada persona tiene tendencia a amoldarse a la actitud de sus superiores” (Ib., p. 27). Esta ambientación no es otra cuestión que plantear un programa de gestión de cambio: Adaptar a la cultura y nivel de educación de las personas; comprender las razones de este programa de evaluación de confiabilidad y los beneficios que puedan obtenerse.

Criterios de valoración

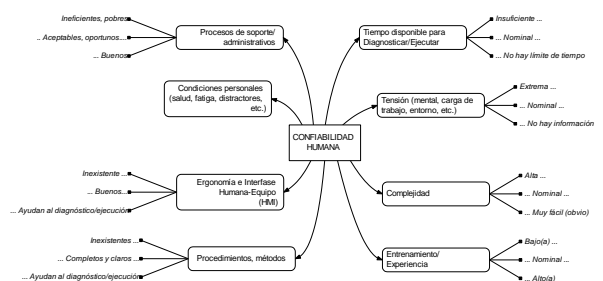
Los criterios de valoración se establecen según los puntos considerados importantes por la

organización, sin embargo deben incluirse aspectos relacionados con los activos, el entorno relacional de las personas y las competencias de las personas:

- Activos: Disposición y distribución en planta, tamaño, lugares de difícil acceso, etc.
- Entorno relacional: Las relaciones interpersonales entre pares y con los jefes; los procedimientos y protocolos definidos; carga laboral. En este punto son muy relevantes los procesos administrativos de planificación, comunicación y demás procesos de soporte (p.e. compra y entrega de repuestos e insumos)
- Condiciones de las personas: Nivel de entrenamiento (y certificaciones), experiencia en las labores; estado de salud, entre otras.

Los factores básicos de la confiabilidad humana y su escala de valoración se resumen en la ilustración 1 [2], sin embargo pueden usarse como punto de partida o guía, y con la experiencia adaptarlos a necesidades particulares previo análisis de conveniencias técnicas. Estos criterios pueden ser relacionarlos con indicadores de fallas (anormalidades, defectos, desperdicio de materia prima y material de empaque, averías, etc.), para medir también indirectamente la confiabilidad.

Ilustración 1 - Factores que afectan la confiabilidad humana



Fuente: Adaptación del autor desde [2].

Generales

Las condiciones de trabajo son indudablemente influyentes en el desempeño de las personas, por lo tanto adecuar éstas es un buen avance hacia la confiabilidad, sin embargo si las adaptaciones causan incomodidades o insatisfacción en las personas porque no tienen en cuenta su nivel cultural, éstas no actuarán en conciencia y de acuerdo a las condiciones definidas [1], ya que sentirán que le son impuestas desde un escritorio y por personas ajenas a su cotidianidad y que obviamente desconocen, desde quien está en la primera línea, la organización del lugar de trabajo, además la información aprovechable para tomar decisiones afectará el tiempo total disponible[2], para actuar preventivamente o correctiva. Los criterios para evaluar la confiabilidad humana en los dos momentos, diagnóstico y ejecución, se explican a continuación y los valores en la tabla 1.

Tiempo disponible {t}. Es la cantidad de tiempo que tiene la persona o el grupo de trabajo para diagnosticar o corregir en caso de presentarse alguna falla, anormalidad o desviación. El tiempo disponible puede obviamente afectar la capacidad de analizar y decidir con claridad.

Tensión laboral {tl}. Hace referencia al nivel de condiciones o circunstancias indeseables, que impiden o dificultan el cumplimiento de la tarea. Como factores tensionantes se incluyen excesiva carga de trabajo, esfuerzos mentales, situaciones físicas del ambiente (temperatura, humedad, ruido, etc.)

Complejidad en la tarea {c}. Se refiere a las dificultades en las tareas en un contexto particular; la combinación de la tarea y el ambiente influyen en el desempeño. Las situaciones que incrementan la complejidad: Tareas paralelas, Cálculos u operaciones mentales, Fallas simultáneas, Atención a varios equipos, Parámetros con tolerancias estrechas, Ayudas visuales inexistentes, Etc.

Entrenamiento, experiencia {ee}. Se consideran aquí tanto los métodos de entrenamiento como los años de experiencia, individual o del grupo de trabajo. Se entiende también en este punto si hubo entrenamiento relacionado con situaciones anormales y/o si en tiempo transcurrido ha solucionado casos similares, si las personas conocen los diferentes procedimientos o métodos normalizados.

Procedimientos, métodos {p}. Se refiere a la existencia y uso real de los procedimientos de operación y/o mantenimiento de la tarea en cuestión. La calidad de la información en términos de parámetros, orden, claridad de las soluciones en caso de desviaciones, etc., son considerados en este criterio

Ergonomía, comunicación persona-máquina {e, chm}. Considera las condiciones del activo, sus controles e instrumentos y el fácil acceso a éstos, la cantidad y calidad de datos que entrega y si es visible para la toma de decisiones; la facilidad de comunicación y ajuste por parte de las personas de los parámetros (comunicación entre humano-máquina, HMI en inglés)

Disposición o aptitud para la tarea {at}. Son las condiciones o situaciones que pueden afectar a la persona o al grupo de trabajo en términos físicos y/o mentales, pero sin considerar el entrenamiento, la experiencia o tensión: Enfermedad, fatiga, consumo de drogas (legal o ilegal) o alcohol, exceso de confianza, problemas personales, distracciones, entre otras. Todo lo anterior dificulta o impide a la persona cumplir con sus labores.

Procesos de soporte o administrativos {sa}. Se determinan aquí aspectos de como se hace y organiza el trabajo, la cultura de seguridad, la planificación, las comunicaciones, las políticas y el soporte de la administración. La supervisión, comunicación, apoyo y el control o vigilancia y todos los otros factores que puedan, desde los procesos

administrativos, afectar el desempeño de las personas individual o grupalmente.

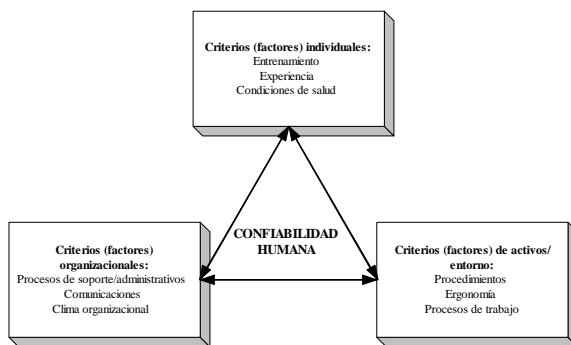
Los factores para cada condición se eligen y evalúan el nivel de ajuste para así estimar la Probabilidad de Error Humano (PEH) en ambos momentos (ecuaciones 1 y 2), teniendo en cuenta que según [2] el nivel nominal será cercano, en el caso de diagnóstico en 0.01, y para la ejecución² es de 0.001.

$$PEH = 0.01 \times t \times tl \times c \times p \times ee \times at \times e, chm \times sa \text{ (Ecuación 1, cálculo para el diagnóstico)}$$

$$PEH = 0.001 \times t \times tl \times c \times p \times ee \times at \times e, chm \times sa \text{ (Ecuación 2, cálculo para la ejecución)}$$

Los criterios aplicados [2] en la primera valoración con sus resultados se presentan en las tablas 2 y 3, y a partir de ellos se identificaron algunos de los puntos en los grupos de criterios para revisar y modificar o corregir para mejorar la confiabilidad (tabla 4), con la claridad que algunos de éstos son individuales (por persona) y otros consideran la condición del activo y su entorno, pero se interrelacionan entre sí, según se observa en la ilustración del triángulo de factores (ilustración 2)

Ilustración 2 - Triángulo de factores



Fuente: Autor.

Métricas de desempeño y resultado

Los indicadores deben revisarse a la luz del desempeño óptimo y deseado ya que con éste se construye y mantiene el resultado, es decir, con visión de mediano y largo plazo [3], no con resultados intermitentes y no sostenibles en el tiempo, lo cual lleva a pérdidas constantes.

Los indicadores de desempeño seleccionados son entonces los que permiten confrontar si realmente los criterios de confiabilidad valorados en las personas se reflejan en su actuación, son competentes y también si los procesos de trabajo son a su vez ordenados y confiables. Como primer piloto, y basándose en los dos momentos establecidos por [2], el indicador a usar es el tiempo medio para reparar (TMR, en español), ya que en él se incluyen tanto el diagnóstico como la ejecución de la corrección, como se mencionó antes.

La toma y registro de datos para calcular el indicador, por obvias razones, son también críticas para desarrollar un sistema que permita medir, no sólo la confiabilidad humana sino también la eficiencia de los procesos, la efectividad de los programas de capacitación, etc.

² Si se expresa en términos de porcentaje, el primero representa una confiabilidad del 99 por ciento y del segundo de 99.9 por ciento.

Tabla 1 - Factores de desempeño y sus niveles

Factor de desempeño	Niveles de Factores de desempeño		Niveles de Factores de desempeño	
Tiempo disponible {t}	Tiempo inadecuado	1	Tiempo inadecuado	1
	Tiempo es apenas el adecuado ($\approx 2/3$ x del nominal)	5	Tiempo disponible es aproximadamente igual al necesario	5
	Tiempo nominal (según definido en el procedimiento)	1	Tiempo nominal (según definido en el procedimiento)	1
	Tiempo extra (entre 1 y 2 x el nominal y > que 30 min)	0.1	Tiempo disponible es $\geq 5x$ del tiempo necesario	0.1
	Tiempo exagerado (> 2 x el nominal y > 30 min)	0.01	Tiempo disponible es $\geq 50x$ del tiempo necesario	0.01
	Información insuficiente	1	Información insuficiente	1
Tensión laboral {tl}	Extremo	5	Extremo	5
	Alto	2	Alto	2
	Nominal	1	Nominal	1
	Información insuficiente	1	Información insuficiente	1
Complejidad en la tarea {c}	Altamente complejo	5	Altamente complejo	5
	Moderadamente complejo	2	Moderadamente complejo	2
	Nominal	1	Nominal	1
	Diagnóstico obvio	0.1		
	Información insuficiente	1	Información insuficiente	1
Entrenamiento, experiencia {ee}	Bajo o poco entrenamiento/experiencia	10	Bajo o poco entrenamiento/experiencia	3
	Nominal (seis meses en propiedad)	1	Nominal (seis meses en propiedad)	1
	Alto o mucho entrenamiento/experiencia	0.5	Alto o mucho entrenamiento/experiencia	0.5
	Información insuficiente	1	Información insuficiente	1
Procedimientos, métodos {p}	Inexistente	50	Inexistente	50
	Incompletos	20	Incompletos	20
	Hay pero son deficientes	5	Hay pero son deficientes	5
	Nominal	1	Nominal	1
	Orientados al diagnóstico de los síntomas	0.5		
	Información insuficiente	1	Información insuficiente	1
Ergonomía, comunicación persona-máquina {e,ch-m}	Inexistente, engañoso	50	Inexistente, engañoso	50
	Pobres, deficientes	10	Pobres, deficientes	10
	Nominal	1	Nominal	1
	Buena	0.5	Buena	0.5
	Información insuficiente	1	Información insuficiente	1
Aptitud para la tarea {at}	Sin aptitud	1	Sin aptitud	1
	Aptitud disminuida, deficiente	5	Aptitud disminuida, deficiente	5
	Nominal	1	Nominal	1
	Información insuficiente	1	Información insuficiente	1
	Pobres, deficientes	2	Pobres, deficientes	2

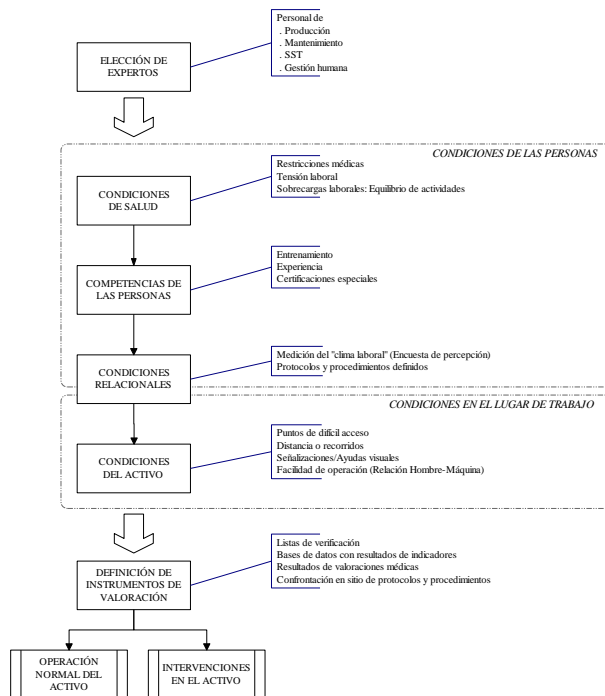
Factor de desempeño	Niveles de Factores de desempeño		Niveles de Factores de desempeño	
Procesos de soporte o administrativos {sa}	Nominales	1	Nominales	1
	Buenos	0.8	Buenos	0.5
	Información insuficiente	1	Información insuficiente	1

Fuente: [2]

Procedimiento de definición de criterios

La valoración de los criterios consideró las situaciones de diagnóstico y las de ejecución, y relaciona las condiciones de las personas (salud, competencias laborales y relacionales) y del activo.

Ilustración 3 - Procedimiento para elegir criterios de medición de la confiabilidad.



Fuente: Autor.

Valoración de un grupo de trabajo

La medición de la confiabilidad es un proceso delicado porque pasar de la idea en el papel a la acción, valorando las personas da pie a que éstas sientan amenazados sus puestos de trabajo y el ambiente laboral se afecte negativamente.

La medición, como premisa, entonces debe empezarse de manera “indirecta”, es decir de forma general con indicadores normales de desempeño, valoración de las condiciones del

lugar de trabajo, mediciones de clima laboral (si se aplican) y la información disponible del personal en cuestiones de tiempo en el oficio, formación académica y certificaciones, condiciones de salud, entre otros. Para el caso se tomó como punto un grupo de trabajo responsable de activos de empaque con las siguientes características:

Tabla 2 - Probabilidad de error humano en el diagnóstico.

Factores de desempeño		Valoración
Tiempo disponible	Tiempo es apenas el adecuado ($\approx 2/3$ x del nominal)	5
Factores tensionantes	Información insuficiente	1
Complejidad	Moderadamente complejo	2
Experiencia luego del entrenamiento	Nominal (seis meses en propiedad)	1
Procedimientos	Hay pero son deficientes	5
Ergonomía / Interfaz Hombre-Máquina	Buena	0.5
Disposición a la tarea	Nominal	1
Proceso de trabajo	Nominales	1
Factor de desempeño para el diagnóstico		0.25

Fuente: Autor.

Tabla 3 - Probabilidad de error humano en la ejecución.

Factores de desempeño		Valoración
Tiempo disponible	Tiempo disponible es aproximadamente igual al necesario	5
Factores tensionantes	Información insuficiente	1
Complejidad	Nominal	1
Experiencia luego del entrenamiento	Nominal (seis meses en propiedad)	1
Procedimientos	Hay pero son deficientes	5
Ergonomía / Interfaz Hombre-Máquina	Buena	0.5
Disposición a la tarea	Nominal	1
Proceso de trabajo	Nominales	1
Factor de desempeño para la ejecución		0.0125

Fuente: Autor.

Tabla 4 - Hallazgos según grupos de criterios

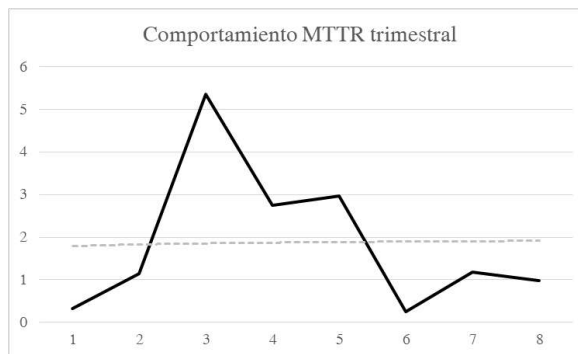
Grupo de criterios	Hallazgo	Ajuste / Mejora
Activos	Lugares incómodos de inspeccionar Algunas señalizaciones deterioradas	Ventanas, visores acrílicos Reemplazo de señalizaciones y verificación de posibles nuevas
Entorno relacional	Inconvenientes de comunicación Asignaciones de personal de reemplazo con poco entrenamiento y experiencia. Procedimientos desactualizados	Definir protocolo de revisión y asignación de personal de reemplazo. Revisar los estándares actuales en el orden de las actividades y

		el tiempo de éstas.
Condiciones de las personas	Procesos de entrenamiento acelerados que dejan vacíos en destrezas Dificultad de medir la "tensión laboral" Medición de clima laboral	Revisar el procedimiento y los protocolos de entrenamiento y evaluación.

Fuente: Autor.

De acuerdo con [2] quienes proponen que la confiabilidad humana está relacionada con el tiempo y la efectividad en el diagnóstico y la ejecución, entonces el primer indicador definido para medir la confiabilidad humana en un activo es el tiempo medio para reparar (MTTR ó TMR en castellano), en el cual se estaría teniendo en cuenta la capacidad de diagnosticar una falla e intervenirla. En la ilustración 4 se observa el comportamiento medio de ocho trimestres (dos años). El comportamiento ascendente de los primeros meses, contrario a lo deseado, es atribuible a lo que normalmente pasa con las primeras mediciones de indicadores, esto es que datos que históricamente no se tenían suelen marcar incrementos sustanciales al comienzo, para luego ir estabilizándose y tender con el tiempo a tomar un comportamiento hacia lo deseado.

Ilustración 4 - Comportamiento de indicador TMR.



Fuente: Autor.

Como primera instancia es válido e inclusive como mecanismo de prueba es deseable

empezar con pocos indicadores y revisar la confiabilidad humana en conjunto, no de forma individual.

Conclusiones, recomendaciones y respuestas pendientes

Los resultados iniciales del indicador de TMR (ilustración 4), unidos a las valoraciones de las tablas 2, 3 y 4 llevan a planificar acciones para ajustar o corregir condiciones del activo, los procedimientos, el proceso de entrenamiento de los responsables titulares y de sus reemplazos, revisión de los protocolos de asignación de reemplazos, entre otros. Algunas de estas acciones son de fácil y breve ejecución, otras como los entrenamientos de títulos y nivelación de reemplazos toman más tiempo y esfuerzo.

Un interrogante, ¿Sería relativamente fácil empezar a medir la confiabilidad humana en los jefes mismos y también de los procesos administrativos antes de lanzarse a mediciones en “primera línea”? ¿Sería de buen recibo estas mediciones?

La primera medición, del TMR como piloto, es aplicable al activo y en labores de mantenimiento, sin embargo en la medida que se depure el proceso de medición de la confiabilidad humana es posible incluir otros indicadores tradicionales de manera que se contemple la confiabilidad hacía el proceso, desde el activo. Indicadores como: Fallas menores reportadas y averías, defectos de calidad y accidentalidad, entre otros serían incluidos de forma gradual.

La medición de la confiabilidad es útil para identificar diferentes aspectos a desarrollar, por lo tanto es una oportunidad para definir:

- Temas técnicos a entrenar
- Temas de formación en liderazgo
- Condiciones de equipos a modificar
- Procedimientos a normalizar o ajustar
- Evaluar los riesgos relacionados con la operación

Los programas de entrenamiento se pueden enfocar de manera más eficiente, determinando los objetivos de forma concreta, haciendo las mediciones de acuerdo a éstos.

Las primeras mediciones se deberán hacer en grupos de trabajo, y con un buen sistema de gestión de desarrollo de las personas, conectar las mediciones individuales con la confiabilidad humana. Por lo tanto debe desarrollarse un proceso de, lo que se ha llamado a adaptación al nuevo ambiente, gestión de cambio organizacional, que será más efectivo en la medida que las relaciones interpersonales entre todos los niveles jerárquicos sean transparentes, respetuosas. Un buen liderazgo, de hábito y espontaneidad, es premisa fundamental en cualquier programa que se aborde en una organización, por lo tanto planear y desarrollar, si es necesario, un proceso de gestión de cambio facilitará la transición gradual.

Una muy buena forma de incrementar la confiabilidad total del sistema, empezando por las personas, es con una buena gestión del conocimiento a partir del análisis de fallas [4], de manera que se comprendan las razones de los problemas y se construya desde el deseo de las personas por mejorar. El proceso de análisis ayuda a justificar los beneficios y los cambios necesarios.

El sistema de información es un talón de Aquiles si el manejo de los datos no es fiable: Toma y registro de datos, cálculo de indicadores y facilidad de consulta para tomar decisiones, son cuestiones que se deben ir corrigiendo y ajustando con el tiempo, pero procurando (aunque toma tiempo), que las personas comprendan que no se pretende perjudicar a nadie. Nuevamente el liderazgo es fundamental para obtener cambios en los hábitos y disciplina en las actividades.

¿En la medida que aumenta la confiabilidad humana, la confiabilidad del activo se comporta igual? ¿Si las fallas menores y las reparaciones sencillas son atendidas con más eficiencia, se podría dar el caso que si las fallas que se

presentan son más complejas en igual medida el MTTR se incrementaría? Para ello es necesario recurrir a otras métricas que relacionen otros comportamientos, como por ejemplo el MTBF y la cantidad de averías.

Bibliografía

[1] KANAWATY, George. Introducción al estudio del trabajo. Organización Internacional del Trabajo, OIT. Ginebra, Suiza. 1996. Cuarta edición. 540p.

[2] GERTMAN, D. I.; BLACKMAN, H. S.; MARBLE, L. S.; BYERS, J. C.; SMITH, C. L. The SPAR-H, Human Reliability Analysis Method. Office of Nuclear Regulatory Research, U.S. Nuclear Regulatory Commission. Idaho National Laboratory. Idaho Falls, Idaho. August 2005. 205p.

[3] IMAI, Masaaki. KAIZEN, La clave de la ventaja competitiva japonesa. Compañía Editorial Continental S.A, CECSA. México, 1ª edición. 1989. 300p.

[4] TRUJILLO Hernández, Eduardo. El análisis de fallas y la gestión del conocimiento. En: VII Congreso Mundial de Mantenimiento. Cartagena de Indias, 2015. 9p.

Eduardo Trujillo Hernández

Teléfonos: (574) 4168870

(574) 5311155

3014032488

Dirección del autor(es)

Residencia: Calle 32EE #78-42

Oficina: Km 2 vía Belén-Rionegro, autopista Medellín-Bogotá

eduardotrujillohernandez@gmail.com

Medellín

Colombia